

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年5月23日 (23.05.2002)

PCT

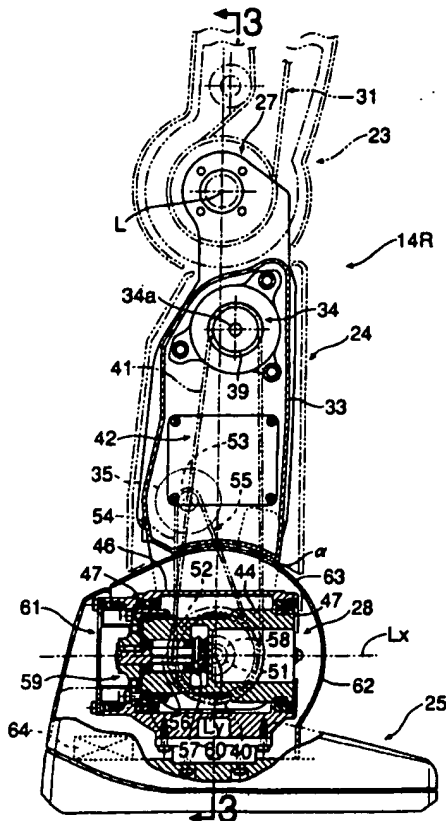
(10) 国際公開番号
WO 02/40228 A1

- (51) 国際特許分類: B25J 5/00 KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/10057
- (22) 国際出願日: 2001年11月16日 (16.11.2001) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮崎 進 (MIYAZAKI, Susumu) [JP/JP]. 高橋 秀明 (TAKAHASHI, Hideaki) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2000-351743 2000年11月17日 (17.11.2000) JP (74) 代理人: 落合 健, 外 (OCHIAI, Takeshi et al.); 〒110-0016 東京都台東区台東2丁目6番3号 TOビル Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO) (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: LEG STRUCTURE OF LEGGED ROBOT

(54) 発明の名称: 脚式移動ロボットの脚構造



(57) Abstract: A leg structure of a legged robot, wherein a lower leg part (24) is connected to the lower end of an upper leg part (23) through a knee joint (27), a foot part (25) having a six-component sensor (60) is connected to the lower end of the lower leg part (24) through an ankle joint (28), the ankle joint (28) allows the foot part (25) to be supported on the lower leg part (24) so as to be pitched about a lateral axis (Ly) and to be rolled about a longitudinal axis (Lx), and a motor for pitching (34) allowing the foot part (25) to be pitched about the lateral axis (Ly) is supported on the lower leg part (24) at a position above the ankle joint (28) and a motor for rolling (35) allowing the foot part (25) to be rolled about the longitudinal axis (Lx) is supported on the lower leg part (24) at a position above the ankle joint (28), whereby the moment of inertia about the knee joint (27) can be reduced to reduce a drive force for driving the lower leg part (24), and the effect of the noise from the motors (34, 35) on the six-component sensor (60) attached to the foot part (25) can be minimized.

[続葉有]



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

上脚部 (23) の下端に膝関節 (27) を介して下脚部 (24) を連結し、下脚部 (24) の下端に6分力センサ (60) を備えた足部 (25) を足首関節 (28) を介して連結し、足首関節 (28) は下脚部 (24) に対して足部 (25) を左右軸線 (Ly) 回りにピッチング自在に支持し、かつ前後軸線 (Lx) 回りにローリング自在に支持する。足部 (25) を左右軸線 (Ly) 回りにピッチングさせるピッチング用モータ (34) を足首関節 (28) よりも上方の下脚部 (24) に支持し、足部 (25) を前後軸線 (Lx) 回りにローリングさせるローリング用モータ (35) を足首関節 (28) よりも上方の下脚部 (24) に支持する。これにより、膝関節 (27) 回りの慣性モーメントを減少させて下脚部 (24) を駆動する駆動力の低減を図るとともに、モータ (34, 35) のノイズが足部 (25) に設けた6分力センサ (60) に及ぼす影響を最小限に抑えることができる。

明 細 書

脚式移動ロボットの脚構造

発明の分野

- 5 本発明は、脚式移動ロボットの脚構造に関し、特に上脚部の下端に膝関節を介して下脚部を連結するとともに、下脚部の下端に足部を足首関節を介して連結し、足首関節は下脚部に対して足部をピッチングおよびローリング自在に支持する脚式移動ロボットの脚構造に関する。

背景技術

- 10 かかる脚式移動ロボットの脚構造は、日本特開平3-184782号公報により公知である。このものは、下脚部の上端寄りの位置に設けたピッチング用モータで、下脚部に対してベルト伝達手段を介して足部をピッチング軸部回りにピッチングさせ、かつ前記ピッチング軸部と直交するローリング軸部上に設けたローリング用モータで、下脚部に対して足部をローリングさせるようになっている。
- 15 ところで、上脚部に対して下脚部を駆動する場合、上脚部および下脚部を連結する膝関節より下方の慣性モーメントを小さくすれば、下脚部を駆動する駆動源の負荷を軽減することができる。前記慣性モーメントを小さくするには、下脚部に取付けられる重量物の位置をできるだけ膝関節に接近させることが望ましいが、
- 20 上記従来のものは重量物であるピッチング用モータが下脚部の上部、つまり膝関節に近い位置に配置されてはいるが、もう一つの重量物であるローリング用モータが下脚部の下部、つまり膝関節から遠い位置に配置されているため、膝関節より下方の慣性モーメントを十分に小さくすることができないという問題があった。

- 25 また足部にはロボットを二足歩行させる制御を行うための6分力センサが取り付けられているが、ローリング用モータが足部に近い下脚部の下部に設けられていると、そのノイズの影響を軽減するための特別の対策が必要となる問題があった。

しかも足首関節の近傍にローリング用モータを設けたことで足首関節の床面からの位置が高くなってしまい、足首関節のコンプライアンス制御の制御量が大き

くなって床面の不測の凹凸や傾斜に速やかに対応することが難しくなるという問題があった。

発明の開示

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、膝関節回りの慣性モーメントを
5 減少させて下脚部を駆動する駆動力の低減を図るとともに、モータのノイズが足部に設けたセンサに及ぼす影響を最小限に抑えることを目的とし、更に足首関節の床面からの位置が低くして床面の不測の凹凸や傾斜に速やかに対応できるようにすることを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明の第1の特徴によれば、上脚部の下端に膝
10 関節を介して下脚部を連結するとともに、下脚部の下端に足部を足首関節を介して連結し、足首関節は下脚部に対して足部を左右軸線回りにピッチング自在に支持し、かつ前後軸線回りにローリング自在に支持する脚式移動ロボットの脚構造であって、足部を左右軸線回りにピッチングさせるピッチング用モータを足首関節よりも上方の下脚部に支持するとともに、足部を前後軸線回りにローリングさ
15 せるローリング用モータを足首関節よりも上方の下脚部に支持したことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

上記構成によれば、足部を左右軸線回りにピッチングさせるピッチング用モータと、足部を前後軸線回りにローリングさせるローリング用モータとを足首関節よりも上方の下脚部に支持したので、重量物であるピッチング用モータおよびロー
20 ーリング用モータの位置が膝関節に接近して膝関節回りの下脚部の慣性モーメントが減少し、膝関節を駆動する駆動源の負荷を低減することができる。

また本発明の第2の特徴によれば、上記第1の特徴に加えて、下脚部に左右軸線回りに回転可能に支持されたピッチング軸部と、左右軸線方向に配置されたピッチング用モータの出力軸の回転をピッチング軸部に伝達するピッチング用ベルト伝達手段と、ピッチング軸部に足部をローリング可能に支持するローリング機構とを備えたことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。
25

上記構成によれば、下脚部に左右軸線回りに回転可能に支持したピッチング軸部にローリング機構を介して足部をローリング可能に支持し、ピッチング用モータの出力軸の回転をピッチング軸部に伝達するピッチング用ベルト伝達手段を介

してピッチング軸部を駆動するので、ピッチング軸部を回転させることでローリング機構および足部を一体にピッチングさせ、かつローリング機構を作動させてピッチング軸部に対して足部をローリングさせることができ、足部のピッチングおよびローリングが相互に干渉するのを回避することができる。

- 5 また本発明の第3の特徴によれば、上脚部の下端に膝関節を介して下脚部を連結するとともに、下脚部の下端に足部を足首関節を介して連結し、足首関節は下脚部に対して足部を左右軸線回りにピッチング自在に支持し、かつ前後軸線回りにローリング自在に支持する脚式移動ロボットの脚構造であって、相互に直交するように固定され、それぞれが左右軸線回りおよび前後軸線回りに回転するピッチング軸部およびローリング軸部と、ピッチング軸部およびローリング軸部の一方の外周に回転自在に支持されて足部と一体に回転する回転部材と、ピッチング軸部およびローリング軸部の他方を回転させる第1の駆動源と、ピッチング軸部およびローリング軸部の他方の内部に同軸に配置された駆動ベベルギヤと、ピッチング軸部およびローリング軸部の一方の内部に同軸に配置されて駆動ベベルギヤに噛合するとともに回転部材に連結された従動ベベルギヤと、駆動ベベルギヤを回転駆動する第2の駆動源とを備えたことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

- 15 上記構成によれば、足部を一体に備えた回転部材を、相互に直交するように固定されたピッチング軸部およびローリング軸部の一方の外周に回転自在に支持し、
20 、ピッチング軸部およびローリング軸部の他方の内部に同軸に配置された駆動ベベルギヤを、ピッチング軸部およびローリング軸部の一方の内部に同軸に配置されて回転部材に連結された従動ベベルギヤに噛合させ、第1の駆動源でピッチング軸部およびローリング軸部の他方を回転させるとともに、第2の駆動源で駆動ベベルギヤを回転させるので、足部のピッチングおよびローリングを相互に影響
25 を与えることなく独立して行うことができる。しかもローリング軸部およびピッチング軸部の位置を低くすることができるので、足首関節のコンプライアンス制御をより小さな制御量で実現することができ、床面の不測の凹凸や傾斜に速やかに対応して安定した歩行を可能にすることができる。

また本発明の第4の特徴によれば、上脚部の下端に膝関節を介して下脚部を連

結するとともに、下脚部の下端に足部を足首関節を介して連結し、足首関節は下脚部に対して足部を左右軸線回りにピッチング自在に支持し、かつ前後軸線回りにローリング自在に支持する脚式移動ロボットの脚構造であって、ピッチング軸部に足部をローリング自在に支持するローリング機構は、ピッチング軸部に直交するように固定されたローリング軸部と、足部に一体に固定されてローリング軸部の外周に回転自在に支持されたローリング部材と、ピッチング軸部内に同軸に配置された駆動ベベルギヤと、左右軸線方向に配置されたローリング用モータの出力軸の回転を駆動ベベルギヤに伝達するローリング用ベルト伝達手段と、ローリング軸部内に同軸に配置されて駆動ベベルギヤに噛合するとともにローリング部材に連結された従動ベベルギヤとを備えたことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

上記構成によれば、足部を一体に備えたローリング部材を、ピッチング軸部に直交するように固定したローリング軸部の外周に回転自在に支持し、ローリング用モータの出力軸の回転を、ローリング用ベルト伝達手段と、ピッチング軸部内に同軸に配置された駆動ベベルギヤと、ローリング軸部内に同軸に配置された従動ベベルギヤとを介してローリング部材に伝達するので、足部のピッチングに影響を与えることなく足部を独立してローリングさせることができ、かつ足部をローリングした状態のまま自由にピッチングさせることができる。しかもローリング軸部およびピッチング軸部の位置を低くすることができるので、足首関節のコンプライアンス制御をより小さな制御量で実現することができ、床面の不測の凹凸や傾斜に速やかに対応して安定した歩行を可能にすることができる。

また本発明の第5の特徴によれば、上記第4の特徴に加えて、ピッチング用ベルト伝達手段およびピッチング軸部間にピッチング用減速機を配置し、従動ベベルギヤおよびローリング部材間にローリング用減速機を配置したことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

上記構成によれば、ピッチング用ベルト伝達手段およびピッチング軸部間にピッチング用減速機を配置したので、ピッチング用モータの負荷を軽減することができ、かつ従動ベベルギヤおよびローリング部材間にローリング用減速機を配置したので、ローリング用モータの負荷を軽減することができる。

また本発明の第 6 の特徴によれば、上記第 4 または第 5 の特徴に加えて、ローリング部材の外側を部分球面状カバーで覆い、下脚部の骨格を構成する下脚リンクの下端と部分球面状カバーとの間に所定の隙間を形成したことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

- 5 上記構成によれば、ローリング部材の外側を覆う部分球面状カバーと下脚リンクの下端との間に所定の隙間を形成したので、足部をピッチングおよびローリングさせても部分球面状カバーおよび下脚リンク間に大きな隙間が発生するのを防止し、異物の挟み込みを効果的に防止することができる。

- 10 また本発明の第 7 の特徴によれば、上記第 6 の特徴に加えて、部分球面状カバーがピッチング軸部上またはローリング軸部上に中心を有することを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

- 15 上記構成によれば、部分球面状カバーの中心がピッチング軸部上またはローリング軸部上にあるので、足部をピッチングまたはローリングさせたときに部分球面状カバーおよび下脚リンク間に発生する隙間を一定に保ち、部分球面状カバーが下脚リンクと干渉するのを防止して足首関節の可動範囲を拡大しながら異物の挟み込みを一層効果的に防止することができる。

また本発明の第 8 の特徴によれば、上記第 1 ～第 7 の特徴の何れかの特徴に加えて、足部に該足部に加わる荷重を検出するセンサを設けたことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造が提案される。

- 20 上記構成によれば、ピッチング用モータおよびローリング用モータの位置が足部から遠くなるため、足部に設けたセンサがモータのノイズの影響を受け難くなり、センサの検出精度が向上する。

- 25 尚、実施例のピッチング用モータ 34 およびローリング用モータ 35 はそれぞれ本発明の第 1 の駆動源および第 2 の駆動源を構成し、実施例のローリング部材 46 は本発明の回転部材を構成し、実施例の内側部分球面状カバー 62 および外側部分球面状カバー 63 は本発明の部分球面状カバーを構成し、実施例の 6 分力センサ 60 は本発明のセンサを構成する。

図面の簡単な説明

図 1 ～図 7 は本発明の一実施例を示すもので、図 1 は脚式移動ロボットの正面

図、図 2 は脚式移動ロボットの右側面図、図 3 は図 2 の 3-3 線拡大断面図（図 4 の 3-3 線断面図）、図 4 は図 3 の 4-4 線断面図、図 5 は下脚部および足部の斜視図、図 6 は足部のピッチングの作用説明図、図 7 は足部のローリングの作用説明図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

図 1 および図 2 に示すように、自立二足歩行が可能な脚式移動ロボット R は、胴体 11、頭 12、左腕 13L、右腕 13R、左脚 14L および右脚 14R を備えており、胴体 11 の背面に電装品を収納した電装品ボックス 15 を背負っている。左腕 13L および右腕 13R の各々は、上腕部 16 と、下腕部 17 と、手部 18 とから構成され、胴体 11 と上腕部 16 とは肩関節 19 で連結され、上腕部 16 と下腕部 17 とは肘関節 20 で連結され、下腕部 17 と手部 18 とは手首関節 21 で連結され、更に上腕部 16 の長手方向中間には、上腕部 16 の上半部に対して下半部を捻るための上腕関節 22 が設けられる。また左脚 14L および右脚 14R の各々は、上脚部 23 と、下脚部 24 と足部 25 とから構成され、胴体 11 と上脚部 23 とは股関節 26 で連結され、上脚部 23 と下脚部 24 とは膝関節 27 で連結され、下脚部 24 と足部 25 とは足首関節 28 で連結される。更に胴体 11 と頭 12 とは首関節 29 で連結される。尚、前記各関節は、その位置のみを破線の円で示している。

次に、図 3～図 5 に基づいてロボット R の右脚 14R の構造を説明する。尚、左脚 14L は右脚 14R と鏡面对称な同一構造であるため、その重複する説明は省略する。

上脚部 23 および下脚部 24 は軸線 L を有する膝関節 27 で連結されており、図示せぬ駆動源によりベルト伝動手段 31 および減速機 32 を介して駆動される。下脚部 24 はその骨格を構成する下脚リンク 33 を備えており、下脚リンク 33 の上端部に出力軸 34a を左右軸線 Ly 方向に配置したピッチング用モータ 34 が支持され、下脚リンク 33 の中間部に出力軸 35a を左右軸線 Ly 方向に配置したローリング用モータ 35 が支持される。

左右軸線 Ly 上において、ピッチング軸部 36 が下脚リンク 33 の下端に一对

のクロスローラベアリング 38、38を介して回転自在に支持される（図3参照）。ピッチング用モータ 34 の出力軸 34 a に設けた駆動プーリ 39 と、左右軸線 L_y 上に配置した従動プーリ 40 とが無端ベルト 41 で接続される。駆動プーリ 39、従動プーリ 40 および無端ベルト 41 はピッチング用ベルト伝達手段 42 を構成する。従動プーリ 40 とピッチング軸部 36 とが公知のハーモニック減速機（商品名）よりなるピッチング用減速機 43 で接続される。ハーモニック減速機は入力部材の回転を減速して同軸上に配置された出力部材に出力するもので、それを遊星歯車式の減速機で置き換えることができる。

ピッチング軸部 36 に、それと直交する方向（前後軸線 L_x ）に延びるローリング軸部 44 が一体に形成される（図4参照）。ローリング軸部 44 の外周に筒状のローリング部材 46 が一對のクロスローラベアリング 47、47を介して支持されており、このローリング部材 46 に足部 25 が固定される。

ピッチング軸部 36 の内部に相対回転自在に支持された駆動ベベルギヤ軸 51 の軸端に固定した従動プーリ 52 と、ローリング用モータ 35 の出力軸 35 a に固定した駆動プーリ 53 とが無端ベルト 54 で接続されており、駆動プーリ 53、従動プーリ 52 および無端ベルト 54 はローリング用ベルト伝達手段 55 を構成する。ピッチング軸部 36 と一体に形成されたローリング軸部 44 の内部に相対回転自在に支持された従動ベベルギヤ軸 56 の軸端に設けた従動ベベルギヤ 57 が、前記駆動ベベルギヤ軸 51 の軸端に設けた駆動ベベルギヤ 58 に噛合する。そして従動ベベルギヤ軸 56 の軸端とローリング部材 46 とがハーモニック減速機よりなるローリング用減速機 59 で接続される。足部 25 の中央部上面には、ロボット R を二足歩行させるために、足部 25 に作用する 6 分力（直交する 3 軸方向の荷重、および前記 3 軸回りのモーメント）を検出する 6 分力センサ 60 が設けられ、また足部 25 の後部上面には 6 分力センサ 60 のアンプ 64 が設けられる。

ピッチング軸部 36 に対して足部 25 をローリングさせるローリング機構 61 は、前記ローリング軸部 44 と、ローリング部材 46 と、駆動ベベルギヤ軸 51 と、駆動ベベルギヤ 58 と、従動ベベルギヤ軸 56 と、従動ベベルギヤ 57 と、ローリング用ベルト伝達手段 55 とから構成される。

図5～図7を参照すると明らかなように、下脚部24に対して足部25をピッチングおよびローリング可能に支持する足首関節28は、前後軸線Lxおよび左右軸線Lyの交点を中心とする同心球面の一部を構成する内側部分球状カバー62および外側部分球状カバー63を備える。内側部分球状カバー62はローリング部材46に固定されているのに対し、外側部分球状カバー63はピッチング軸部36に固定されている。従って、足部25が左右軸線Ly回りにピッチングする際には、内側部分球状カバー62および外側部分球状カバー63は一体にピッチングし、足部25が前後軸線Lx回りにローリングする際には、外側部分球状カバー63に対して内側部分球状カバー62だけが相対的にローリングする。尚、外側部分球状カバー63および内側部分球状カバー62が相対回転しても、内側部分球状カバー62は前後軸線Lxを中心として実質的に回転対称な形状を有しているため、外側部分球状カバー63および内側部分球状カバー62により構成される部分球面の形状に段差や隙間が発生することはない。下脚リンク33の下端には凹状球面33aが形成されており、この凹状球面33aと外側部分球状カバー63および内側部分球状カバー62の外周面との間に、微小かつ均一な隙間 α が形成される。

次に、上記構成を備えた本発明の実施例の作用について説明する。

ロボットRの下脚部24の下端に足首関節28を介して接続された足部25を左右軸線Ly回りにピッチングさせるべくピッチング用モータ34を駆動すると、その出力軸34aの回転がピッチング用ベルト伝達手段42の駆動プーリ39、無端ベルト41および従動プーリ40を介してピッチング用減速機43に伝達され、ピッチング用減速機43は入力された回転を減速してピッチング軸部36に出力する。ピッチング軸部36が、それと一体のローリング軸部44と共に左右軸線Ly回りに回転すると、ローリング軸部44にローリング部材46を介して支持された足部25が左右軸線Ly回りにピッチングする。このようにしてピッチング軸部36が回転しても、ローリング機構61の駆動ベベルギヤ軸51はピッチング軸部36の内部に同軸に、かつ相対回転自在に配置されているため、ローリング用モータ35を空転可能な状態にしておくことにより、足部25が妄りにローリングすることが防止される。

足部 2 5 を前後軸線 L_x 回りにローリングさせるべくローリング用モータ 3 5 を駆動すると、その出力軸 3 5 a の回転がローリング用ベルト伝達手段 5 5 の駆動プーリ 5 3、無端ベルト 5 4 および従動プーリ 5 2 を介して駆動ベベルギヤ軸 5 1 に伝達され、駆動ベベルギヤ軸 5 1 の回転は駆動ベベルギヤ 5 8、従動ベベルギヤ 5 7 および従動ベベルギヤ軸 5 6 を介して 90° 方向を変換した後、ローリング用減速機 5 9 を介してローリング部材 4 6 に伝達され、そのローリング部材 4 6 と一体の足部 2 5 をローリングさせる。このように、ピッチング軸部 3 6 にローリング機構 6 1 を支持して足部 2 5 と一体でピッチングさせ、かつローリング機構 6 1 を単独で作動させてピッチング軸部 3 6 に対して足部 2 5 をローリングさせるので、ピッチングおよびローリングが相互に干渉、あるいは交錯することがなくなり、足部 2 5 のピッチングおよびローリングの制御が簡素化される。

またピッチング用モータ 3 4 およびローリング用モータ 3 5 を足首関節 2 8 よりも上方の下脚部 2 4 に支持したので、重量の大きいピッチング用モータ 3 4 およびローリング用モータ 3 5 の位置が膝関節 2 7 に接近する。その結果、膝関節 2 7 回りの下脚部 2 4 の慣性モーメントを減少させて、膝関節 2 7 を駆動する駆動源の負荷を低減することができる。しかもピッチング用モータ 3 4 およびローリング用モータ 3 5 の位置が足部 2 5 に設けた 6 分力センサ 6 0 から遠くなるため、6 分力センサ 6 0 がピッチング用モータ 3 4 およびローリング用モータ 3 5 のノイズの影響を受け難くなって検出精度が向上する。

またピッチング用モータ 3 4 およびローリング用モータ 3 5 の上記配置によりピッチング軸部 3 6 およびローリング軸部 4 4 の位置が低くなり、足首関節 2 8 のコンプライアンス制御をより小さな制御量で実現することができる。これにより、床面の不測の凹凸や傾斜に速やかに対応して安定した歩行を可能にすることができる。

更に、足部 2 5 をピッチングさせると、左右軸線 L_y および前後軸線 L_x の交点を中心とする内側部分球状カバー 6 2 および外側部分球状カバー 6 3 が一体に回転するため、両カバー 6 2、6 3 と下脚リンク 3 3 の下端の凹状球面 3 3 a との間の隙間 α が一定に保たれ、異物の挟み込みを防止することができる。また足

部 2 5 をローリングさせると、内側部分球状カバー 6 2 が外側部分球状カバー 6 3 に対して相対的に回転するが、前記隙間 α は変化することがないため、やはり異物の挟み込みを防止することができる。しかも前記隙間 α が変化しないために、内側部分球状カバー 6 2 および外側部分球状カバー 6 3 が下脚リンク 3 3 と干渉し難くなり、足首関節 2 8 の可動範囲を拡大することができる。

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

例えば、実施例では足部 2 5 を一体に固定したローリング部材 4 6 をローリング軸部 4 4 の外周に回転自在に支持し、ピッチング軸部 3 6 内に同軸に配置された駆動ベベルギヤ 5 8 と、ローリング軸部 4 4 内に同軸に配置されてローリング部材 4 6 に連結された従動ベベルギヤ 5 7 とを嚙合させ、ピッチング用モータ 3 4 でピッチング軸部 3 6 を回転させて足部 2 5 をピッチングさせ、ローリング用モータ 3 5 で駆動ベベルギヤ 5 8 を回転させて足部 2 5 をローリングさせているが、足部 2 5 を一体に固定したピッチング部材（請求項 3 の発明の回転部材に対応）をピッチング軸部 3 6 の外周に回転自在に支持し、ローリング軸部 4 4 内に同軸に配置された駆動ベベルギヤ 5 8 と、ピッチング軸部 3 6 内に同軸に配置されてピッチング部材に連結された従動ベベルギヤ 5 7 とを嚙合させ、ローリング用モータ 3 5 でローリング軸部 4 4 を回転させて足部 2 5 をローリングさせ、ピッチング用モータ 3 4 で駆動ベベルギヤ 5 8 を回転させて足部をピッチングさせても良い。

また実施例では足部 2 5 に加わる荷重を 6 分力センサ 6 0 で検出しているが、3 分力乃至 5 分力を検出できるセンサで代用することができる。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る脚式移動ロボットは自立二足歩行が可能であるため、アトラクション用やデモンストレーション用として用いることができる。

請求の範囲

1. 上脚部（23）の下端に膝関節（27）を介して下脚部（24）を連結するとともに、下脚部（24）の下端に足部（25）を足首関節（28）を介して連結し、足首関節（28）は下脚部（24）に対して足部（25）を左右軸線（L y）回りにピッチング自在に支持し、かつ前後軸線（L x）回りにローリング自在に支持する脚式移動ロボットの脚構造であって、

- 足部（25）を左右軸線（L y）回りにピッチングさせるピッチング用モータ（34）を足首関節（28）よりも上方の下脚部（24）に支持するとともに、
- 10 足部（25）を前後軸線（L x）回りにローリングさせるローリング用モータ（35）を足首関節（28）よりも上方の下脚部（24）に支持したことを特徴とする脚式移動ロボットの脚構造。

2. 下脚部（24）に左右軸線（L y）回りに回転可能に支持されたピッチング軸部（36）と、

- 15 左右軸線（L y）方向に配置されたピッチング用モータ（34）の出力軸（34a）の回転をピッチング軸部（36）に伝達するピッチング用ベルト伝達手段（42）と、

- ピッチング軸部（36）に足部（25）をローリング可能に支持するローリング機構（61）と、

- 20 を備えたことを特徴とする、請求項1に記載の脚式移動ロボットの脚構造。

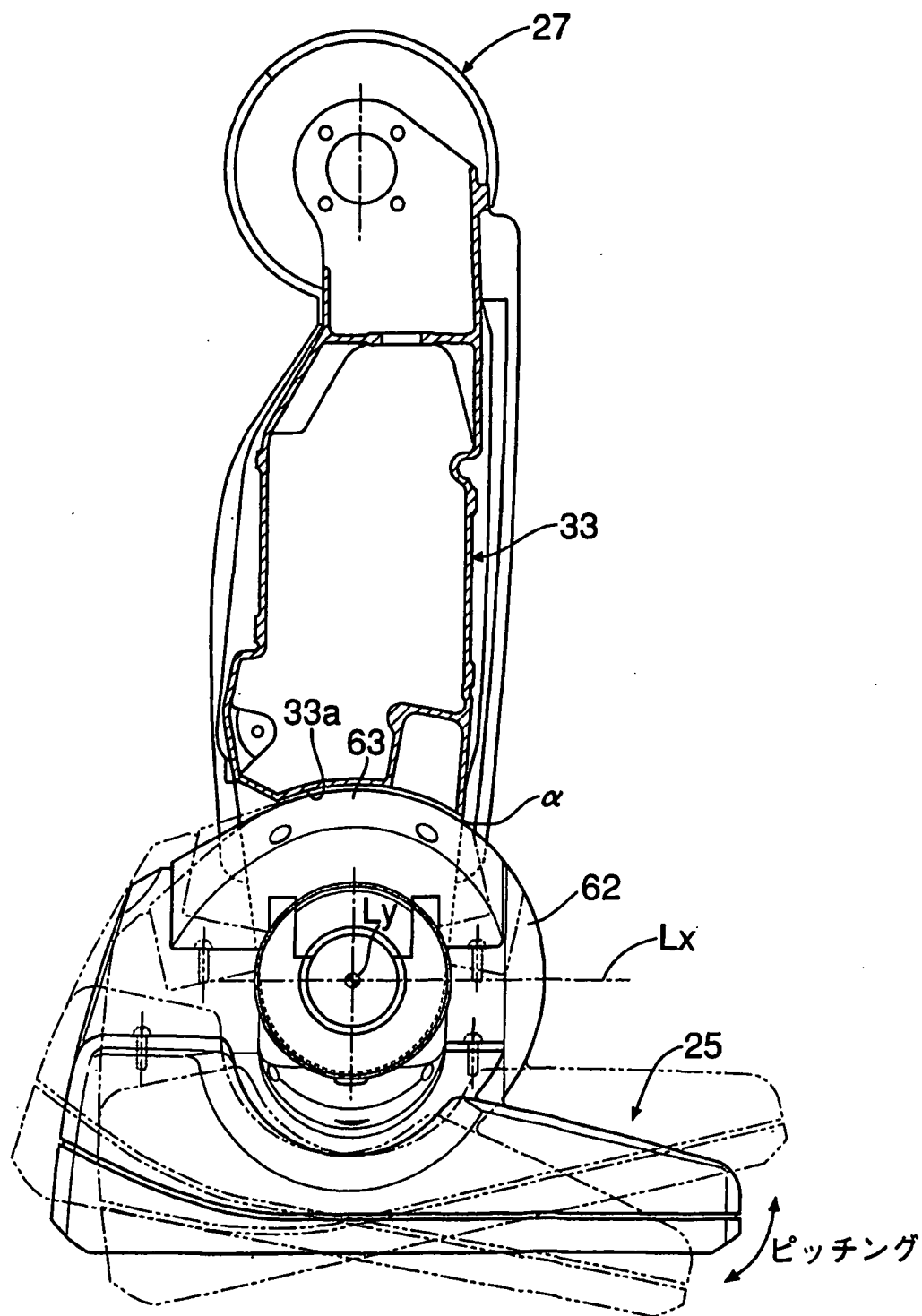
3. 上脚部（23）の下端に膝関節（27）を介して下脚部（24）を連結するとともに、下脚部（24）の下端に足部（25）を足首関節（28）を介して連結し、足首関節（28）は下脚部（24）に対して足部（25）を左右軸線（L y）回りにピッチング自在に支持し、かつ前後軸線（L x）回りにローリング自在に支持する脚式移動ロボットの脚構造であって、

- 25 相互に直交するように固定され、それぞれが左右軸線（L y）回りおよび前後軸線（L x）回りに回転するピッチング軸部（36）およびローリング軸部（44）と、

- ピッチング軸部（36）およびローリング軸部（44）の一方の外周に回転自

6/7

図 6



7/7

図 7

